

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-195243

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月21日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

G 1 1 B 7/24

識別記号

5 2 2

5 3 1

5 3 5

7/00

F I

G 1 1 B 7/24

7/00

5 2 2 B

5 3 1 Z

5 3 5 G

Q

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号

特願平9-361068

(22) 出願日

平成9年(1997)12月26日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 保田 宏一

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 黒川 光太郎

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 黒田 裕児

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

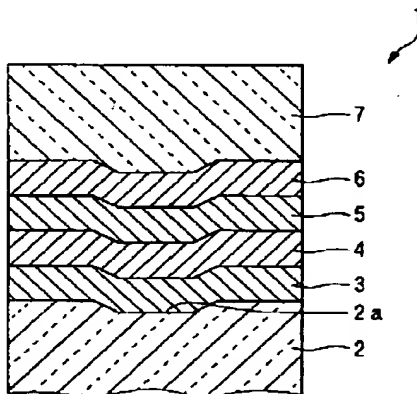
(74) 代理人 弁理士 小池 晃 (外2名)

(54) 【発明の名称】 多層光ディスク及び記録再生装置

(57) 【要約】

【課題】 3次元方向での記録密度の増大が可能とされ、更なる大容量化が図られ、記録再生特性に優れる多層光ディスク及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 多層光ディスク1は、基板2の一主面2a上に、光反射層3、第2の情報記録層4、透明層5、第1の情報記録層6、光透過層7が順次積層形成される。この多層光ディスク1は、光透過層7からレーザー光を照射して情報信号の記録及び/又は再生を行う。



1: 光ディスク

2: 基 板

3: 光反射層

4: 第2の情報記録層

5: 透明層

6: 第1の情報記録層

7: 光透過層

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 厚みが 0.3～1.2 mm となされた基板上に、2 層以上の情報記録層が透明層を介して積層されることで記録部が形成されるとともに、当該記録部上に厚みが 10～177  $\mu\text{m}$  となされた光透過層が形成されてなり、当該光透過層側から光が照射されて情報信号の記録及び／又は再生が行われる多層光ディスクにおいて、

上記 2 層以上の情報記録層のうちの少なくとも上記光透過層から最も離れた位置に形成された情報記録層以外の 1 層が、相変化材料を記録材料とすることを特徴とする多層光ディスク。

【請求項 2】 上記光透過層側から 1 層目の情報記録層が、相変化材料を記録材料とすることを特徴とする請求項 1 記載の多層光ディスク。

【請求項 3】 上記光透過層から最も離れた位置に形成された情報記録層が、相変化材料を記録材料とすることを特徴とする請求項 1 記載の多層光ディスク。

【請求項 4】 上記相変化材料を記録材料とする情報記録層は、当該相変化材料の結晶状態と非晶質状態との相変化によって情報信号の記録が行われることを特徴とする請求項 1 記載の多層光ディスク。

【請求項 5】 上記相変化材料が、Au, Al, Ag, Bi, Cu, Cr, Co, Cd, Ce, Cs, Dy, Fe, Ge, Gd, Ga, Hf, In, K, La, Li, Mn, Mo, Ni, Nb, Nd, Na, Os, Pd, Pr, Pb, Ru, Rh, Rb, Sn, Sb, Si, Sm, Sc, Se, Te, Ti, Tb, Ta, V, W, Y, Zn, Zr のうちの少なくとも 1 種を含有することを特徴とする請求項 1 記載の多層光ディスク。

【請求項 6】 上記相変化材料が、InSe 系のカルコゲナイド、SbSe 系のカルコゲナイド、InSbSe 系のカルコゲナイド、GeSbTe 系のカルコゲナイド、GeSbTeSe 系のカルコゲナイド、AgInSbTe 系のカルコゲナイド、AgInSbSeTe 系のカルコゲナイド、GeSbTeN 系のカルコゲナイド、AgInSbTeN 系のカルコゲナイドから選ばれる 1 種であることを特徴とする請求項 5 記載の多層光ディスク。

【請求項 7】 上記記録部が、相変化材料を記録材料とする 2 層の情報記録層によって構成されていることを特徴とする請求項 1 記載の多層光ディスク。

【請求項 8】 上記光透過層側から 1 層目の情報記録層を構成する相変化材料の、結晶状態での反射率が 10% 以上であり、結晶状態及び非晶質状態での光透過率が 20% 以上であることを特徴とする請求項 7 記載の多層光ディスク。

【請求項 9】 上記光透過層側から 2 層目の情報記録層を構成する相変化材料の、結晶状態での反射率が 20% 以上であり、結晶状態及び非晶質状態での光吸収率が 6

0% 以上であることを特徴とする請求項 7 記載の多層光ディスク。

【請求項 10】 2 層以上の情報記録層を有する多層光ディスクに対して、光を出射する発光手段と、上記発光手段から出射された光を上記多層光ディスク上に集光する集光手段と、上記多層光ディスクにより反射された戻り光を受光する受光手段とを備え、上記多層光ディスクは、基板上に 2 層以上の情報記録層が透明層を介して積層されることで記録部が形成されるとともに、当該記録部上に光透過層が形成されてなり、上記集光手段が、上記多層光ディスクの各情報記録層上に上記発光手段からの光の焦点が合うように多段階に移動制御されることにより、上記発光手段からの光を上記光透過層側から各情報記録層に入射させて、情報信号の記録及び／又は再生を独立に行うことを特徴とする記録再生装置。

【請求項 11】 上記多層光ディスクは、厚みが 0.3～1.2 mm の基板上に、上記記録部が形成されるとともに、当該記録部上に厚みが 10～177  $\mu\text{m}$  の光透過層が形成されており、

上記 2 層以上の情報記録層のうちの少なくとも上記光透過層から最も離れた位置に形成された情報記録層以外の 1 層が、相変化材料を記録材料とすることを特徴とする請求項 10 記載の記録再生装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、記録部が複数層の情報記録層からなる多層光ディスク及び記録再生装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、光記録媒体に対しては、いわゆるマルチメディアの興隆に伴い、デジタル動画のような大容量の情報を取り扱う要請が生じており、このような大容量の情報を蓄積し、必要に応じてランダムアクセスして記録再生する必要が高まっている。

【0003】このようなランダムアクセスが可能な記録媒体としては、例えば、大容量で、且つ記録再生装置からの取り出しが可能、いわゆるリムーバブルという特長を有する光記録媒体がある。そして、このような光記録媒体は、これまでも各方面で大量に使用されている。

【0004】このような状況の中、更なる次世代の光記録媒体として、例えば、片面に NTSC (National Television System Committee) 方式で 4 時間記録再生が可能な光記録媒体が提案されている。

【0005】この光記録媒体においては、家庭用ビデオディスクレコーダーとして、例えば、4 時間の記録再生を可能とすることにより、現在主流とされているビデオテープレコーダー (Video Tape Recorder) に代わる新しい記録媒体としての機能を備える

ことを目的としている。また、この光記録媒体は、音楽データが記録されたデジタルオーディオディスクと同じ形状、サイズとされることにより、デジタルオーディオディスクの手軽さ、使い勝手に慣れ親しんだユーザーにとって使いやすい製品とすることもできる。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、このような光記録媒体では、更に多量の情報を扱い得ることが要求される傾向にあり、これまで以上に大容量化が強く求められている。

【0007】例えば、上述したNTSC方式で記録再生が可能な光記録媒体では、形状をディスク状とすることにより、ディスク形状の最大の特徴であるアクセスの速さを利用し、小型で簡便な記録媒体とするだけでなく、瞬時の録画再生やトリックプレイや編集といった多彩な機能を盛り込めるように大容量化することが求められて\*

$$4.7 \times (0.65 / 0.60 \times NA / \lambda)^2 \geq 8 \cdots (1)$$

そして、上記式(1)より  $NA / \lambda \geq 1.20$  であることが必要となる。すなわち、短波長化或いは高NA化が必要となる。

【0012】ここで、例えば、高NA化すると、再生光が照射されてこれが透過する光ディスクの透明基板の厚さを薄くする必要がある。これは、高NA化に伴い、光学ピックアップの光軸に対してディスク面が垂直からズレる角度、いわゆるチルト角により発生する収差の許容量が小さくなるためであり、このチルト角により発生する収差は再生光が透過する透明基板の厚さが厚いほど大きくなるためである。

【0013】また、同様の理由から、再生光が透過する透明基板の厚さのばらつきも所定の範囲内に収める必要

がある。

【0014】ところが、光記録媒体の透明基板としてはインジェクション法等で成形されたプラスチック製の射出成形基板が多用されるが、この射出成形基板を非常に薄く且つ精度良く作製するのは製造上困難である。

【0015】また、光記録媒体の情報記録層の面内方向、すなわち2次元方向での記録密度は、用いるレーザー光の最小スポット径によって決まるため、この最小スポット径が小さい程高密度に信号記録が行える。そのため、光記録媒体に対して高密度記録を可能とするには、この最小スポット径を小径化すべく、光源の短波長化や、対物レンズの開口数NAの増大化が図られている。しかしながら、レーザー光の短波長化や対物レンズの開口数NAの増大化には、技術上制限があり、2次元方向での記録密度の向上は限界にきているのが現状である。

【0016】以上述べたように、光記録媒体においては、更なる大容量化が技術上の課題の一つとなっている。

【0017】そこで、本発明は、従来の実情に鑑みて提案されたものであり、3次元方向での記録密度の増大が

\* いる。

【0008】ところが、このような多彩な機能を盛り込むには、例えば、8GB以上の容量が要求されるが、このような大容量化を実現可能な光記録媒体は、以下に示す理由により存在していなかった。

【0009】既に提案されている再生専用のDVD(Digital Versatile Disc)においては、波長 $\lambda$ が $0.65 \mu m$ 、光学系の開口数(以下、NAと称する。)が0.6とされて、4.7GBの記憶容量しか確保されていない。

【0010】そのため、ECC(Error Correction Code)や変調方式といった信号フォーマットをDVDの方式としたままで、例えば、この8GB以上の記憶容量を確保するためには、下記式(1)を満たす必要がある。

#### 【0011】

可能とされ、更なる大容量化が図られ、記録再生特性に優れた多層光ディスク及びその製造方法を提供することを目的とする。

#### 【0018】

【課題を解決するための手段】上述した目的を達成するために完成された本発明に係る多層光ディスクは、厚みが $0.3 \sim 1.2 mm$ となされた基板上に、2層以上の情報記録層が透明層を介して積層されることで記録部が形成されるとともに、当該記録部上に厚みが $10 \sim 177 \mu m$ となされた光透過層が形成されてなり、当該光透過層側から光が照射されて情報信号の記録及び/又は再生が行われるものである。

【0019】特に、本発明に係る多層光ディスクは、上記2層以上の情報記録層のうちの少なくとも上記光透過層から最も離れた位置に形成された情報記録層以外の1層が、相変化材料を記録材料とするものである。

【0020】また、本発明に係る多層光ディスクは、上記光透過層側から1層目の情報記録層が、相変化材料を記録材料とすることが好ましい。

【0021】以上のように構成された本発明に係る多層光ディスクは、情報記録層が多層構造となされているので、情報記録層の厚み方向である3次元方向においても記録密度の増大が図られて、更なる大容量化が図られる。

【0022】しかも、本発明に係る多層光ディスクは、2層以上の情報記録層のうちの少なくとも光透過層から最も離れた位置に形成される情報記録層以外の1層が相変化材料からなる相変化記録層である。このため、本発明に係る多層光ディスクは、記録再生が可能なものとなり、さらには、記録再生の可能な層を複数有する構造とすることができる。

【0023】また、本発明に係る多層光ディスクは、情報記録層上に形成される厚みの薄い光透過層側から光を

10

20

30

40

50

照射して情報信号の記録及び／又は再生が行われるため、対物レンズの更なる高N.A.化にも十分対応可能となり、更なる大容量化が実現される。

【0024】また、相変化材料は、一般に光透過率が高い。そのため、本発明に係る多層光ディスクにおいて、光透過層側から1層目の情報記録層を相変化材料により形成することにより、この1層目の情報記録層を通過することによる光の減衰が小さく抑えられる。このため、1層目の情報記録層を通過した光が入射される他の情報記録層に対しても、十分な強度の光が入射されることになり、また、当該他の情報記録層からの反射光が十分な強度で受光される。

【0025】また、上述した目的を達成するために完成された本発明に係る記録再生装置は、2層以上の情報記録層を有する多層光ディスクに対して光を射出する発光手段と、上記発光手段から射出された光を上記多層光ディスク上に集光する集光手段と、上記多層光ディスクにより反射された戻り光を受光する受光手段とを備えるものである。ここで、上記多層光ディスクは、基板上に上記2層以上の情報記録層が透明層を介して積層されることで記録部が形成されるとともに、当該記録部に光透過層が形成されてなる。

【0026】また、本発明に係る記録再生装置は、上記集光手段が、上記多層光ディスクの各情報記録層上に上記発光手段からの光の焦点が合うように多段階に移動制御されることにより、上記発光手段からの光を上記光透過層側から各情報記録層に入射させて、情報信号の記録及び／又は再生を独立に行うものである。

【0027】また、以上のように構成された本発明に係る記録再生装置は、集光手段が、上記多層光ディスクの各情報記録層上に光の焦点が合うように光軸方向に多段階に移動制御されるので、各情報記録層が良好な状態で記録再生される。

【0028】

【発明の実施の形態】以下、本発明の具体的な実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。

【0029】本発明を適用した多層光ディスクは、基板上に2層以上の情報記録層が透明層を介して積層されてなる記録部が形成されるとともに、当該記録部に光透過層が形成されてなるものである。そして、この本発明を適用した多層光ディスクは、当該光透過層側からレーザ光が入射されて情報信号の記録再生が行われるものである。

【0030】特に、本発明を適用した多層光ディスクにおいては、上記2層以上の情報記録層のうちの少なくとも光透過層から最も離れた位置に形成された情報記録層以外の1層が、相変化材料を記録材料とするものである。すなわち、本発明を適用した多層光ディスクにおいては、最も基板側に近い位置に形成された情報記録層以外の情報記録層のうち、少なくとも1層が相変化材料を

記録材料とする相変化記録層である。なお、もちろん、本発明を適用した多層光ディスクでは、光透過層から最も離れた位置、つまり基板側から最も近い位置に形成された情報記録層が相変化記録層であっても構わない。

【0031】以下、本発明を適用した多層光ディスクの一例として、2層の情報記録層からなる記録部が形成された光ディスクをとり挙げるが、もちろん、本発明を適用した多層光ディスクはこれに限らない。図1は、本発明を適用した多層光ディスクを示す断面図である。

【0032】本発明を適用した多層光ディスク1は、図1に示すように、基板2の一主面2a上に、光反射層3、第2の情報記録層4、透明層5、第1の情報記録層6、光透過層7が順次積層形成されてなるものである。そして、この多層光ディスク1は、光透過層7からレーザ光を照射して情報信号の記録及び／又は再生を行うものである。

【0033】詳しくは、本発明を適用した多層光ディスク1に対して情報信号の記録再生が行われる際には、光透過層7側から1層目の第1の情報記録層6に焦点を合わせた場合、第2の情報記録層4には焦点が合っていないので、この焦点が合っている1層目の第1の情報記録層6に対してのみ情報信号の記録再生が行われる。また、2層目の第2の情報記録層4に焦点を合わせた場合、この焦点が合っている2層目の第2の情報記録層4に対してのみ情報信号の記録再生が行われることになる。

【0034】この多層光ディスク1は、情報記録層が第1の情報記録層6と第2の情報記録層4とからなる多層構造となされており、しかも以下に示すような規格を満足するものとなされているため、従来のような記録層が単層型の光ディスクに比べて、情報記録層の厚み方向である3次元方向においても記録密度の増大が図られて、更なる大容量化が効果的に実現される。

【0035】まず、本発明を適用した多層光ディスク1の構造について、以下に詳細を説明する。

【0036】一般に、ディスクスキューマージン $\theta$ と記録再生光学系の波長 $\lambda$ 、対物レンズの開口数NA、光透過層の厚さ $t$ とは、相関関係がある。中でも、例えば、実用上十分その有効性、いわゆるプレイヤビリティが実証されているコンパクトディスク(CD)の例を基準にこれらのパラメータとディスクスキューマージン $\theta$ (以下、スキューマージンと称する。)との関係が、特開平3-225650号公報に示されている。

【0037】これによると、 $\theta \leq \pm 84.115^\circ$  ( $\lambda/NA^3/t$ )であれば良く、これは本発明を適用した多層光ディスク1にも適用することができる。

【0038】ここで、光ディスクを実際に量産する場合のスキューマージン $\theta$ の具体的な限界値を考えると、 $0.4^\circ$ とするのが妥当である。これは、量産を考えた場合、スキューマージン $\theta$ がこの値よりも小さいと歩留

まりが低下し、コストが上がるからである。なお、既存の光ディスクについても、CDでは $0.6^\circ$ 、DVDでは $0.4^\circ$ である。

【0039】よって、 $\theta = 0.4^\circ$ として、レーザ光の短波長化、対物レンズの開口数の高NA化に伴い、光透過層7の厚さ $t$ をどの程度に設定すべきかを計算すると、先ず、 $\lambda = 0.65 \mu\text{m}$ とした場合には、 $N.A. / \lambda \geq 1.20$ から、 $N.A.$ は、 $0.78$ 以上であることが必要となる。

【0040】そして、将来のレーザ光等の短波長化が進み、 $\lambda = 0.4 \mu\text{m}$ となった場合には、 $N.A. \geq 0.78$ の条件を変えないとすると、光透過層の厚み $t = 177 \mu\text{m}$ となる。よって、光透過層7の最大厚みは、約 $177 \mu\text{m}$ が好ましいといえる。このとき、基板の厚みが $1.2 \text{mm}$ である従来のCD等を製造する製造設備を流用することを考えると、この多層光ディスク1全体の厚みは、最大 $1.38 \text{mm}$ になる。

【0041】一方、光透過層7の厚みの下限は、情報記録層4、6や反射層3や透明層5を保護する保護機能が確保されるかによって決まる。すなわち、光ディスク1\*20

$$(0.74/P) \times (0.267/d) \times 4.7 \geq 8 \quad \dots (2)$$

この式(2)より、線密度 $d$ は、以下の式(3)を満たせば良い。

$$d \leq 0.1161/P \quad [\mu\text{m/bit}] \quad \dots (3)$$

そして、 $P = 0.56 \mu\text{m}$ のとき $d \leq 0.206 [\mu\text{m/bit}]$ となるが、これはDVDのROM(Read Only Memory)を基準にしており、具体的には、PRML(Partial Response Maximum Likelihood)の適用や、ECCの冗長度を減らす等の記録再生の信号処理技術の進歩を考慮すると、さらに15%程度の線密度 $d$ の増加が見込まれ、その分 $P$ を増やすことが可能である。

【0048】このことから、トラックピッチ $P$ は、最大値が $0.64 \mu\text{m}$ となることが導き出される。

【0049】さらに、このトラックピッチ $P$ の変動値 $\Delta P$ についても公差が厳しくなる。CDやDVDの記録再生パラメータをそのまま転用すると、DVDでのトラックピッチが $0.74 \mu\text{m}$ であり、公差が $\pm 0.03$ であることから、 $\Delta P$ が以下の式(4)となる。 $\Delta P \leq \pm 0.03P / 0.74 = \pm 0.04P \quad \dots (4)$ したがって、 $P = 0.56$ とすると、 $\Delta P \leq \pm 0.023 [\mu\text{m}]$ となる。

★

$$\Delta t = \pm (0.45/N.A.)^4 \times (\lambda / 0.78) \times 100 \\ = \pm 5.26 \times (\lambda / N.A.)^4 \quad [\mu\text{m}] \quad \dots (5)$$

なお、ここで、光透過層7の厚さ $100 \mu\text{m}$ 中心に対し、レーザ光の波長を $0.68 \mu\text{m}$ とし、対物レンズの開口数 $N.A.$ を $0.875$ として、光透過層7の厚みむら $\Delta t$ と、ジッター値との関係について実験を行い、その結果を図2に示す。

【0054】図2の結果より、例えば、DVDにおい

\*の信頼性や、後述する2群レンズの光透過層7表面への衝突の影響を考慮すると $10 \mu\text{m}$ 以上であることが好ましい。

【0042】また、上記のように、光透過層7とスキューマージン $\theta$ との間には、上述したような関係があるが、現状の赤色レーザから将来普及が見込まれる青色レーザまで対応することを考慮すると、光透過層7の厚み $t$ は、 $10 \sim 177 \mu\text{m}$ に設定することが好ましい。

【0043】したがって、光透過層7の厚み $t$ は、 $10 \sim 177 \mu\text{m}$ であることが好ましいといえる。

【0044】また、上述したように、記録密度を上げるためには、 $N.A. / \lambda$ を上げることが不可欠である。

【0045】この場合、例えば、記録容量として8GBを達成させるには、少なくとも $N.A.$ が $0.7$ 以上で、レーザ光の波長 $\lambda$ が $0.68 \mu\text{m}$ 以下であることが必要となる。そして、このとき、トラックピッチを $P$ とし、線密度を $d$ とすると、以下に示す式(2)を満たす必要がある。

【0046】

※【0047】

★【0050】また、光透過層7の厚みむら $\Delta t$ についても、更なる精度の向上が要求される。光透過層の厚み $t$ が、対物レンズの設計中心からずれた場合、光透過層の厚みむら $\Delta t$ がスポットに与える収差量は、 $N.A.$ の4乗、または、レーザ光の波長に比例する。よって、対物レンズの高 $N.A.$ 化、または短波長化によって高密度記録化を図るには、光透過層7の厚みむら $\Delta t$ が、更に厳しく制限される。

【0051】具体的には、システム例としてCDの場合には、 $N.A. = 0.45$ が実用化されており、光透過層7の厚みむら $\Delta t$ の規格は $\pm 100 \mu\text{m}$ である。また、DVDの場合には、それぞれ、 $N.A. = 0.6$ で $\Delta t$ の規格は $\pm 30 \mu\text{m}$ である。

【0052】CDでの $\Delta t$ の許容量 $\pm 100 \mu\text{m}$ を基準にすると、光透過層7の厚みむら $\Delta t$ は、以下に示す式(5)のように示される。

【0053】

て、スキュー等の摂動がない場合のジッター基準である8%になるところをみると、対応する光透過層7の厚みむら $\Delta t$ が、約 $\pm 7 \mu\text{m}$ であることがわかる。上式

(5)から導き出される $\Delta t$ は、 $\pm 6 \mu\text{m}$ であり、この規格を満足する光ディスク1からは良好な信号が得られるといえる。

【0055】したがって、高密度化に伴って、光透過層7の厚み $t$ に許される厚みむら $\Delta t$ は、 $\pm 5.26 \times (\lambda / N.A.^4)$ 以下でなければならない。なお、上述した光透過層7の厚みむら $\Delta t$ は、記録再生用レーザー光が照射される光ディスク1表面内で均一であることを前提としており、フォーカス点をずらすことによって収差補正可能である。ところが、このスポット内で、もし光透過層7に厚みむらがあると、フォーカス点の調整で\*

$$E \leq 50 \times P / 0.74 = 67.57 P \quad [\mu m] \cdots (6)$$

以上述べたように、例えば、記録容量8GBの大容量化を達成するためには、光ディスク1の構成として、以下に示す規格を満たす必要があるといえた。

【0058】記録再生光学系： $\lambda \leq 0.68 [\mu m]$ 、 $N.A. / \lambda \geq 1.20 [\mu m^{-1}]$

記録領域内で光透過層7の厚さ $t$ ： $10 \sim 177 [\mu m]$

光透過層7の厚みむら $\Delta t$ ： $\Delta t \leq \pm 5.26 (\lambda / N.A.^4) [\mu m]$

トラックピッチ $P$ ： $P \leq 0.65 [\mu m]$

公差 $\Delta P$ ： $\Delta P \leq \pm 0.04 P [\mu m]$

線密度 $d$ ： $d \leq 0.1161 / P [\mu m / bit]$

スキューマージン $\Theta$ ： $\Theta \leq 84.115 \times (\lambda / N.A.^3 / t) [^\circ]$

偏心 $E$ ： $E \leq 67.57 P [\mu m]$

表面粗さ $R_a$ ： $R_a \leq \pm 3 \lambda / 100$  (スポット照射領域内)

つぎに、以上のように構成される多層光ディスク1の各層の構造について詳細を説明する。

【0059】基板2は、表面2a上に情報信号等の信号が記録される案内溝やブリググループ等の微細な凹凸が形成されている。この基板2の厚みは、 $0.3 \sim 1.2 mm$ が好ましい。また、この基板2の材料としては、例えば、ポリカーボネートやポリメチルメタクリレート(PMMA)等のアクリル系樹脂よりなるプラスチック基板やガラス基板等が挙げられる。前者の場合には射出成形によって、後者の場合にはフォトポリマー法(2P法)によって、基板2が成形される。

【0060】この基板2の一主面2a上に形成される光反射層3は、第1及び第2の情報記録層4、6を透過した光を反射する反射層として機能するとともに第1及び第2の情報記録層4、6に過度に熱が籠もるのを防止するヒートシンク層としても作用する。

【0061】この光反射層3の材料としては、金属元素、半金属元素、半導体元素及びそれらの化合物を単独あるいは複合させて用いるのが望ましい。

【0062】中でも、好ましくは、Alを主成分とし、Siを $0.4 \sim 0.8$ 重量%、Feを $0.7$ 重量%以下、Cuを $0.15 \sim 0.40$ 重量%、Mnを $0.15$ 重量%以下、Mgを $0.8 \sim 1.2$ 重量%、Crを $0.04 \sim 0.35$ 重量%、Znを $0.25$ 重量%以下、T

\*は収差を補正することができない。そのため、光ディスク1の表面の粗さ $R_a$ は厚さ中心値に対して $\pm 3 \lambda / 100$ 以下に抑える必要がある。

【0056】さらに、偏心 $E$ に関しても、DVDの $50 \mu m$ に対して、以下に示す式(6)を満たす必要がある。

【0057】

10  $i$ を $0.15$ 重量%以下の割合で含有する材料が挙げられる。また、このときの光反射層3は、厚さ $50 \sim 200 nm$ の薄膜として形成されている。

【0063】これは、この光反射層3上に、情報記録層4として相変化材料からなる相変化記録層を積層形成した場合に、この相変化記録層が光反射層3の結晶性や光反射層3の材料の粒径により形成される界面形状の影響を受けにくくなり、その結果、相変化記録層が、基板2の表面形状を正確に反映するようになるからである。

20 【0064】さらに、上記材料により基板2上に光反射層3を形成する方法としては、イオンビームスパッタ法、DCスパッタ法、RFスパッタ法といった手法が挙げられるが、中でもイオンビームスパッタ法が好適である。

【0065】また、本発明を適用した多層光ディスクは、基板2上に形成される光反射層3上に、2層以上の情報記録層からなる記録部が形成されてなる。そして、本発明を適用した多層光ディスクでは、上述したように、2層以上の情報記録層のうちの少なくとも光透過層から最も離れた位置に形成された情報記録層以外の1層が相変化材料を記録材料として構成される相変化記録層である。

【0066】特に、この多層光ディスクでは、光透過層側から1層目の第1の情報記録層6が相変化記録層であることが好ましい。これは、相変化材料が一般に光透過率が高いために、この相変化材料を光が照射される光透過層7側から1層目の第1の情報記録層6に用いると、この第1の情報記録層6を通過することによる光の減衰が小さく抑えられるためである。そして、その結果、光透過層7側から2層目以降の情報記録層にも十分な強度の光が入射されるとともに、これら2層目以降の情報記録層からも十分な強度の反射光が受光されるようになる。

【0067】本発明を適用した多層光ディスク1は、図1に示すように、基板2上に形成される光反射層3上に、第2の情報記録層4と第1の情報記録層6とが透明層5を介して積層形成されている。

【0068】なお、上述したように、本発明を適用した多層光ディスクは、図1に示すように、情報記録層が2層である必要もなく、2層以上であれば良い。

【0069】また、このように情報記録層の全てが相変

化記録層である必要はなく、少なくとも光透過層から最も離れた情報記録層以外の1層が相変化記録層であれば良い。このとき、他の情報記録層としては、キュリー温度を越えた温度上昇によって保磁力がなくなり外部磁界の方向に磁化反転する光磁気記録層や基板の凹凸ビットに金属反射膜が成膜されてなる再生専用の記録部等が挙げられる。そして、この場合、光磁気記録層には、 $Tb-Fe-Co$ 等の非晶質合金薄膜等の、カー効果やファラデー効果等の磁気光学特性を有する垂直磁化膜等が用いられる。

【0070】ここで、第1の情報記録層6及び第2の情報記録層4は、相変化材料を記録材料として構成された相変化記録層である。なお、上述したように、2層構造の多層光ディスク1の場合には、第1の情報記録層6が相変化記録層であれば良く、第2の情報記録層4は相変化記録層でなくても構わない。

【0071】この記録材料に用いられる相変化材料としては、結晶状態と非晶質状態との間で相変化するタイプのもの等が用いられる。このようなタイプの相変化記録層では、例えば、次のようにして記録ビットが形成される。

【0072】すなわち、相変化記録層は、例えば、スパッタリング法によって成膜された場合、成膜直後で非晶質状態を呈している。このような非晶質状態の相変化記録層を、まず結晶化温度以上に昇温させることで結晶状態に相変化させる（初期化）。そして、この状態で、例えば、光透過層7側からレーザ光を照射すると、そのレーザ光が集光された領域で結晶状態から非晶質状態への相変化が生じ、反射率が変化する。この反射率が変化した部分が記録ビットとなる。この記録ビットは、ビットが形成された部分と、形成されていない部分との反射率差を利用することで検出される。

【0073】このようなタイプの相変化材料を選択するに当たっては、以下の点に着目するのが望ましい。

【0074】まず、冷却時に、相分離等の組成変化や偏析が生じ難く、また形成される結晶の種類が少ない材料を選択する必要がある。さらに、融点、結晶化温度、結晶化速度が適正範囲内にある材料を選択するのが望ましい。

【0075】すなわち、相変化材料の融点は、 $700^{\circ}C$ 以下であるのが望ましい。相変化材料膜を非晶質状態に相変化させるには、この相変化材料膜を融点以上に温度上昇させなければならない。したがって、相変化材料の融点が高過ぎると、相変化材料がそのような高温に温度上昇されることで、相変化記録層と隣接または近接して設けられる光透過層7や透明層5や基板2に熱的負担が生じる。

【0076】また、相変化材料の結晶化温度は、 $150^{\circ}C$ 以上であるのが好ましい。相変化材料の結晶化温度が低過ぎると、記録ビットの熱安定性が不足し、情報の保

存信頼性が低くなる。

【0077】さらに、相変化材料の結晶化速度は、 $500\text{ nsec}$ 以下であるのが望ましい。光ディスクの線速度は $2\sim 20\text{ m/sec}$ の範囲であり、レーザ光のディスク面上でのスポット径は $1\mu\text{m}$ 程度である。したがって、相変化記録上のある点においてレーザ光が照射される時間は $50\sim 500\text{ nsec}$ になる。このような照射時間内に、相変化を生じせしめるには、相変化材料の結晶化速度は $500\text{ nsec}$ 以下であることが必要である。

【0078】相変化材料としては、例えば、 $Au, Al, Ag, Bi, Cu, Cr, Co, Cd, Ce, Cs, Dy, Fe, Ge, Gd, Ga, Hf, In, K, La, Li, Mn, Mo, Ni, Nb, Nd, Na, Os, Pd, Pr, Pb, Ru, Rh, Rb, Sn, Sb, Si, Sm, Sc, Se, Te, Ti, Tb, Ta, Tl, V, W, Y, Zn, Zr$ の少なくとも一種を含むものを用いることが望ましい。そのような材料としては、 $InSe$ 系のカルコゲナイド、 $SbSe$ 系のカルコゲナイド、 $InSbSe$ 系のカルコゲナイド、 $GeSbTe$ 系のカルコゲナイド、 $GeSbTeSe$ 系のカルコゲナイド、 $GeSbTeN$ 系のカルコゲナイド、 $AgInSbTe$ 系のカルコゲナイド、 $AgInSbSeTe$ 系のカルコゲナイド、 $AgInSbTeN$ 系のカルコゲナイド等が挙げられる。特に、光透過層7側から1層目の第2の情報記録層6に、上述のカルコゲナイドを相変化材料として用いると、光透過率や反射率等の光学的条件の点から好ましい。

【0079】具体的には $Sb_2Se_3, Ge_2Sb_2Te_5$ （融点 $600^{\circ}C$ 、結晶化温度 $172^{\circ}C$ 、結晶化速度 $50\text{ nsec}$ ）や $TeO_x$ （ $0 < X < 2$ ）等がある。このうち $TeO_x$ は結晶状態が比較的安定であり、記録ビットの熱安定性を確保するのに有利である。また、上述の $Se$ 系カルコゲナイドに $Si$ が添加されたものも、結晶化速度が比較的速いといった点から好ましい。

【0080】多層光ディスクでは、これらの相変化材料を情報記録層の記録材料として用いる場合、情報記録層の光学特性と、情報記録層の記録部における位置との関係を考慮することが重要になる。

【0081】すなわち、多層光ディスクにおいて、レーザ光が入射される光透過層側から数えて2層目の情報記録層、さらには光透過層から2層以上離れた $n$ 層目の情報記録層では、それよりも光透過層側にある $(n-1)$ 層の情報記録層を通過してレーザ光が照射される。また、この $n$ 層目の情報記録層から反射された反射光は、 $(n-1)$ 層の情報記録層を通過して受光部で受光される。

【0082】したがって、ある情報記録層に照射されるレーザ強度や、この情報記録層から反射された反射光の受光強度は、その情報記録層よりも光透過層側にある情

報記録層の光学特性に影響を受ける。このため、光透過層側に近い側にある情報記録層は十分な再生信号振幅を得られるだけの反射率を有するとともに、光透過率も高いことが必要である。

【0083】特に、光透過層側から1層目に位置する情報記録層は、十分再生可能な反射率を有するとともに、光透過率も高くなければならず、条件が厳しい。

【0084】一方、光透過層から離れた所に位置する情報記録層は、比較的低い強度の光であっても、記録ビットが形成でき、またその記録ビットから十分な再生信号振幅が得られるように、反射率及び光吸収率が高いことが重要である。記録部の構成を設計するには、これらのことを考慮することが必要である。

【0085】よって、多層光ディスク1では、光透過層7側から1層目に位置する第1の情報記録層6は、十分再生可能な反射率を有するとともに、光透過率も高くなければならない。

【0086】一方、多層光ディスク1では、光透過層7から離れた所に位置する第2の情報記録層4は、比較的低い強度の光であっても記録再生が行えるように、反射率及び光吸収率が高くなければならない。

【0087】具体的には、相変化材料を記録材料とする2層の相変化記録層によって記録部が構成されている多層光ディスク1を例にすると、光透過層7側から1層目の記録層である第1の情報記録層6においては、記録再生光に対する結晶状態での反射率 $R_{c1}$ 及び光透過率 $T_{c1}$ 、非晶質状態での反射率 $R_{a1}$ 及び光透過率 $T_{a1}$ は、次の条件を満たしていることが望ましい。

【0088】 $R_{c1} \geq 10\%$

$R_{c1}/R_{a1} \geq 1.5$

$T_{c1}, T_{a1} \geq 20\%$

また、光透過層7側から2層目の記録層である第2の情報記録層4においては、記録再生光に対する結晶状態での反射率 $R_{c2}$ 及び光吸収率 $A_{c2}$ 、非晶質状態での反射率 $R_{a2}$ 及び光吸収率 $A_{a2}$ は、次の条件を満たしていることが望ましい。

【0089】 $R_{c2} \geq 20\%$

$R_{c2}/R_{a2} \geq 1.5$

$A_{c2}, A_{a2} \geq 60\%$

光透過層7側から1層目の記録層である第1の情報記録層6では、結晶状態での反射率 $R_{c1}$ 及び非晶質状態での反射率 $R_{a1}$ が再生信号振幅の点から設定されるものであり、この $R_{c1}$ 、 $R_{a1}$ が上記範囲から外れる場合に

はこの第2の情報記録層6から得られる再生信号振幅が不足する。

【0090】また、この第1の情報記録層6では、結晶状態での光透過率 $T_{c1}$ 及び非晶質状態での光透過率 $T_{a1}$ が、この第1の情報記録層6を通過することによるレーザ光の減衰を抑える点から決められるものである。この $T_{c1}$ 、 $T_{a1}$ が上記範囲外であると、レーザ光が光透過層7からこの第1の情報記録層6を通過することでこのレーザ光の強度が減衰し、光透過層7側から2層目の記録層である第2の情報記録層4に十分な強度でレーザ光を照射することができず、またその結果、この第2の情報記録層4からの反射光を十分な強度で受光することができない。これにより、2層目にあたる第2の情報記録層4においては、記録ビットの形成、記録ビットの検出が困難になる。

【0091】一方、光透過層7側から2層目の記録層である第2の情報記録層4では、結晶状態での光吸収率 $A_{c2}$ 及び非晶質状態での光吸収率 $A_{a2}$ が、比較的低いレーザ光強度であっても相変化が生じ得るように設定されるものである。この $A_{c2}$ 、 $A_{a2}$ が上記範囲外であると、記録ビットの形成が困難になる。

【0092】また、2層目の記録層である第2の情報記録層4では、結晶状態での反射率 $R_{c2}$ 及び非晶質状態での反射率 $R_{a2}$ が、再生信号振幅の点から設定されるものであり、この $R_{c2}$ 、 $R_{a2}$ が上記範囲から外れる場合には2層目の記録層である第2の情報記録層4から得られる再生信号振幅が不足する。

【0093】このような記録層の光学特性は、記録層の層構成、すなわち誘電体層や反射層の併用や、記録材料として用いる相変化材料の屈折率 $n$ や消費係数 $k$ に依存する。

【0094】例えば、第1の情報記録層6及び第2の情報記録層4が、表1に示すような構成の2層の相変化記録層で構成されている場合には、それぞれ記録再生光に対する光学定数が次式を満たす相変化材料を用いることで、上述した光学特性を有する記録層が実現する。なお、表1に示す構成は、熱的に最適な構成を示すものである。また、この光学定数は、情報記録層で要求される光学特性が得られるような条件を設定し、多層膜マトリックス計算方法に基づいて求めたものである。

【0095】

【表1】

光透過層側から1層目の情報記録層（第1の情報記録層6）			
構成：誘電体保護膜/相変化材料膜/誘電体保護膜			
(ZnS-SiO <sub>2</sub> )		(ZnS-SiO <sub>2</sub> )	
膜厚	: 100~200nm	10~30nm	100~200nm
光学特性: Rc <sub>1</sub> ≥10%, Tc <sub>1</sub> , Ta <sub>1</sub> ≥40%			
光透過層側から2層目の情報記録層（第2の情報記録層4）			
構成：誘電体保護膜/相変化材料膜/誘電体保護膜/光反射層			
(ZnS-SiO <sub>2</sub> )		(ZnS-SiO <sub>2</sub> )	
膜厚	: 100~200nm	10~30nm	100~200nm 150nm
光学特性: Rc <sub>2</sub> ≥10%, Ac <sub>2</sub> , Aa <sub>2</sub> ≥60%			

【0096】光透過層側から1層目の記録層である第1の情報記録層6の相変化材料:

$$1/5 (nc_1/na_1) + (kc_1/ka_1) \leq 1.0$$

または、

$$(nc_1/na_1) + 1/5 (kc_1/ka_1) \leq 1.0$$

nc<sub>1</sub>: 相変化材料の結晶状態での屈折率

na<sub>1</sub>: 相変化材料の非晶質状態での屈折率

kc<sub>1</sub>: 相変化材料の結晶状態での消衰係数

ka<sub>1</sub>: 相変化材料の非晶質状態での消衰係数

光透過層側から2層目の記録層である第2の情報記録層4の相変化材料:

$$(nc_2/na_2) + (kc_2/ka_2) \leq 4$$

nc<sub>2</sub>: 相変化材料の結晶状態での屈折率

na<sub>2</sub>: 相変化材料の非晶質状態での屈折率

kc<sub>2</sub>: 相変化材料の結晶状態での消衰係数

ka<sub>2</sub>: 相変化材料の非晶質状態での消衰係数

数値範囲で言えば、光透過層7側から1層目の記録層にあたる第1の情報記録層6では、nc<sub>1</sub>≤8.0、kc<sub>1</sub>≤5.0、na<sub>1</sub>≤7.0、ka<sub>1</sub>≤4.0なる条件を満たす相変化材料が好ましい。また、光透過層7側から2層目の記録層にあたる第2の情報記録層4では、1.0≤nc<sub>2</sub>≤8.0、1.0≤kc<sub>2</sub>≤7.0、1.0≤na<sub>2</sub>≤7.0、ka<sub>2</sub>≤5.0なる条件を満たす相変化材料を用いるのが好ましい。

【0097】なお、図3に横軸をnc<sub>1</sub>/na<sub>1</sub>とし、縦軸をkc<sub>1</sub>/ka<sub>1</sub>として、各種相変化材料のnc<sub>1</sub>、na<sub>1</sub>、kc<sub>1</sub>、ka<sub>1</sub>をプロットした特性図を示す。また、図4に横軸をnc<sub>2</sub>/na<sub>2</sub>とし、縦軸をkc<sub>2</sub>/ka<sub>2</sub>として、各種相変化材料のnc<sub>2</sub>、na<sub>2</sub>、kc<sub>2</sub>、ka<sub>2</sub>をプロットした特性図を示す。

【0098】また、このような情報記録層4、6での光学特性や熱的特性は、その層構成によっても影響され、誘電体保護膜や金属反射膜を併用することで記録層のこれら特性を制御するようにしても良い。

【0099】なお、図5に示すように、2層の情報記録層4、6より構成され、このうち光透過層7側から1層目の記録層である第1の情報記録層6が、第1の誘電体保護膜15、相変化材料膜12及び第2の誘電体保護膜16よりなり、光透過層7側から2層目の記録層である

第2の情報記録層4が、第1の誘電体保護膜13、相変化材料膜11、第2の誘電体保護膜14からなる多層光ディスク10でも良い。

【0100】このような多層光ディスク10では、光透過層7側の誘電体保護膜（以下、第2の誘電体保護膜と称する。）14、16は、光学的干渉効果により、情報記録層の光学的特性、例えば、反射率、光吸収率、光透過率等に大きく作用する。

【0101】また、誘電体材料は、一般に熱拡散しにくい性質を有しているため、光透過層7と逆側の誘電体保護膜（以下、第1の誘電体保護膜と称する。）13、15は、相変化材料膜の冷却速度に影響する。この第1の誘電体保護膜13、15の膜厚が厚い程、相変化材料膜に熱が蓄積しやすくなり、冷却速度は遅くなる（徐冷構造）。

【0102】この場合、レーザ光に対する感度は向上するが、相変化材料膜11、12に熱が蓄積し、当該相変化材料膜が流動するといった問題が生じる。

【0103】このような熱の蓄積を抑えるためには、例えば、金属反射膜や第3の誘電体保護膜の併用が有効である。

【0104】すなわち、光透過層7側から最も離れた記録層である第2の情報記録層4上には、基板2との間に金属反射膜からなる光反射層3が形成されている。このように、基板2上に光反射層3を介して形成される第2の情報記録層4において、第1の誘電体保護膜13の厚さを薄くすることにより、相変化材料膜11の熱が第1の誘電体保護膜13を介して光反射層3に拡散し易くなるので、冷却速度は速くなる（急冷構造）。また、この第1の誘電体保護膜13と光反射層3との間に、比較的热伝導率の大きな第3の誘電体保護膜を設けても良い。

【0105】また、光透過層7側から最も離れた記録層ではない、例えば、第1の情報記録層6においては、透明層5と第1の誘電体保護膜15との間に図示しない第3の誘電体保護膜を設けるようにしても良い。この第3の誘電体保護膜として比較的热伝導率の大きなものを用いれば、熱の拡散が促進され、相変化材料膜の熱の蓄積を防止することができる。

【0106】もちろん、上述したように、第1の誘電体

20

30

40

50

保護膜 13 と光反射層 3 との間や透明層 5 と第 1 の誘電体保護膜 15 との間に第 3 の誘電体保護膜を設けずに、第 1 の誘電体保護膜 13、15、第 2 の誘電体保護膜 14、16 とし、熱伝導率が高いものを用いるようにしても、熱の蓄積防止に効果がある。

【0107】誘電体保護膜の材料としては、レーザ光波長領域において吸収の少ないものであればいずれでもよく、Al 等の金属や Si 等の半導体元素の窒化物、酸化物、硫化物、例えば ZnS-SiO<sub>2</sub> 混合体等が挙げられる。なお、熱の拡散効果を期待する場合には、Al、N<sub>2</sub> や SiC 等の熱伝導率の高いものを用いるのが望ましい。

【0108】以上述べたように、本発明を適用した多層光ディスク 1、10 では、少なくとも 1 層が相変化記録層を有する複数の記録層から構成されているため、膜厚方向、すなわち 3 次元方向からも記録密度の増大が可能とされ、更なる大容量化が図られる。

【0109】また、情報記録層の熱的特性には、相変化材料膜自体の膜厚も大きく影響する。相変化材料膜の膜厚が、厚過ぎる場合には熱容量が大きくなり、再結晶化し易くなる。この場合、消去比は向上するが、蓄熱効果によって相変化材料膜の流動が起き易くなり、オーバーライト特性（耐久性）が劣化する。一方、相変化材料膜の膜厚が薄すぎると、膜自体の劣化も激しくなる。

【0110】情報記録層の層構成は、以上のような光学特性や熱的特性への影響を考慮して最適化される。

【0111】例えば、図 5 に示すような多層光ディスク 10 の場合には、それぞれの層の膜厚は以下に示す範囲となされていることが望ましい。

【0112】光透過層側から 1 層目の記録層（第 1 の情報記録層 6）の膜厚構成

第 1 の誘電体保護膜 15 の膜厚：100 nm 以上 200 nm 以下

相変化材料膜 12 の膜厚：10 nm 以上 30 nm 以下

第 2 の誘電体保護膜 16 の膜厚：100 nm 以上 200 nm 以下

光透過層 7 側から 2 層目の記録層（第 2 の情報記録層 4）の膜厚構成

第 1 の誘電体保護膜 13 の膜厚：10 nm 以上 30 nm 以下

相変化材料膜 11 の膜厚：10 nm 以上 30 nm 以下

第 2 の誘電体保護膜 14 の膜厚：80 nm 以上 200 nm 以下

本発明を適用した多層光ディスク 1 は、このように、相変化材料を記録材料とする情報記録層を少なくとも 1 層有する。この相変化材料を記録材料とする情報記録層は、ユーザーによって一度だけ書き込みが可能な追記用あるいは書き込み、消去が繰り返し行える書き換え可能用として情報信号の記録が行われる。

【0113】書き換え可能用とする場合には、成膜状態

の相変化材料膜全体を結晶状態に相変化させる、いわゆる初期化を行い、この結晶状態となされた膜を局所的に非晶質状態に相変化させることで記録ピットを形成する。

【0114】特に、図 1 及び図 5 に示すように、情報記録層を少なくとも 2 層からなる上述のような相変化記録層により構成することにより、RAM（ランダムアクセス）-RAM 構造の光ディスクとすることができて、大容量化が実現されるだけでなく、ユーザーの使用便宜上も優れたものとなる。

【0115】なお、追記用とする場合には、このように初期化を行った後に記録ピットを形成するようにしても良いが、初期化せずに、非晶質状態の膜を局所的に結晶状態に相変化させることで記録ピットを形成するようにしても構わない。この場合、初期化操作の手間が省けるといった利点がある。

【0116】なお、本発明を適用した多層光ディスクは、図 1 及び図 5 に示すように、記録層が 2 層である必要はなく、2 層以上の多層構造であれば良い。

【0117】しかも、本発明を適用した多層光ディスクでは、光透過層から最も離れた位置に形成される情報記録層以外の少なくとも 1 層が上述の相変化記録層であれば良く、必ずしも図 1 及び図 5 のように 2 層共に相変化記録層である必要はなく、その他の層としては情報記録層の用途に応じて以下に示すような情報記録層が形成されていれば良い。

【0118】このとき、他の情報記録層として、例えば、追記用あるいは書き換え可能用の情報記録層が形成される場合には、上述の相変化材料の他に、希土類-遷移金属合金非晶質薄膜等の光磁気記録材料あるいは有機色素材料が記録材料として用いられる。

【0119】また、他の記録層として再生専用の情報記録層が形成されている場合には、情報信号に対応して凹凸パターンが形成された基板 2 や透明層 5 上に、金属反射膜が成膜されることで記録層が構成される。

【0120】このとき、このような再生専用の情報記録層が基板 2 の最も近い側に形成される場合には、基板 2 に情報信号に対応した凹凸パターンが形成されており、この凹凸パターンを被覆する金属反射膜により再生専用の情報記録層が構成される。

【0121】また、このような再生専用の情報記録層が基板 2 上に形成されずにその他の情報記録層として形成されている場合には、情報記録層により挟まれている透明層の何れかに、例えば、透明層 5 に情報信号に対応した凹凸パターンが形成されており、この凹凸パターンを被覆する金属反射膜により再生専用の情報記録層が構成されている。

【0122】この第 2 の情報記録層 4 上に形成される透明層 5 は、情報記録層同士 4、6 を光学的に分離する役割を果たすものである。したがって、この透明層 5 は、

ある程度の厚さが必要である。具体的には  $30\ \mu\text{m}$  以上とすることが好ましい。透明層の厚さがあまり薄過ぎると、第 1 の情報記録層 6 からの反射光と、第 2 の情報記録層 4 からの反射光とを十分に分離することができなくなって、正確な検出が難しい。また、あまり厚さが厚過ぎると、球面収差等が発生することから、この点を考慮して適正な厚さに設定する必要がある。

【0123】なお、この透明層 5 には、その上に形成される記録層が追記用、書き換え可能用である場合には案内溝等が凹凸形状として形成される。また、再生専用である場合には案内溝とともに情報信号が凹凸形状として形成される。

【0124】第 1 の情報記録層 6 上に形成される光透過層 7 は、情報信号を記録再生する際に、レーザ光が入射される。この光透過層 7 は、光反射層 3 や第 1 の情報記録層 6 や第 2 の情報記録層 4 を外部の衝撃から保護するとともに、これら各層 3、4、6 が湿気等の腐食因子と接触するのを防止する保護層としても機能する。

【0125】この光透過層 7 は、レーザ光を透過する材料によって構成される。例えば、光透過層 7 は、第 1 の情報記録層 6 上に紫外線硬化樹脂をスピンコート等の手法によって塗布し、紫外線照射することによって形成する。なお、この光透過層 7 は、例えば、アクリル系樹脂、ポリオレフィン系樹脂等の樹脂材料よりなるシートやガラス板等の透明板を、紫外線硬化樹脂等の透明接着剤によって第 1 の情報記録層 6 上に接着することにより形成しても良い。

【0126】この光透過層 7 は、上述したように、厚さが  $3\sim 177\ \mu\text{m}$  に規制される。これは、記録再生用光学系の対物レンズの開口数 NA をかなり上げたとしても、光ディスクの傾きによって生じるコマ収差はかなり小さく抑えられるからである。そして、これにより、多層光ディスク 1、10 は、高 NA 化に十分対応可能となり、更なる大容量化が実現される。

【0127】なお、この光透過層 7 は、図 1 や図 2 のような 2 層構造の記録層を有する光ディスクに限らず、2 層以上の記録層を有する多層構造の光ディスクの場合にも、基板 2 から最外部に位置する記録層を被覆するように形成されている。

【0128】つぎに、以上のような構成からなる本発明を適用した多層光ディスク 10 を製造する方法について、詳細を説明する。

【0129】本発明を適用した多層光ディスク 10 を製造するには、まず、この光ディスクに必要なスペックをみたすピッチ及びピッチむらを実現したスタンプを用い、射出成形法にて基板 2 を作製する。

【0130】なお、このようなピッチむらの少ない高精度のスタンプは、従来の送り用ネジで行う構造では達成が困難であるため、リニアモーターによる送り構造をもった原盤露光装置で製造する。さらに、この原盤露光装

置の光学系を空気の揺らぎから防御するためにカバーで覆ったり、露光用レーザーの冷却水の振動を除去するため、レーザーと原盤露光装置との間に防振材を設置したりすることにより、スタンプを作製する。

【0131】ところで、本発明を適用した多層光ディスク 1、10 では、図 1 及び図 5 に示すように、基板 2 に案内溝 2a を形成し、この案内溝 2a 上に光反射層 3、相変化材料からなる第 2 の情報記録層 4、透明層 5、相変化材料からなる第 1 の情報記録層 6、光透過層 7 を順次成膜してなる。そして、この多層光ディスク 1、10 では、光透過層 7 側から記録再生するので、予め成膜による信号形状の変形を考慮して、基板 2 上に溝を形成する必要がある。

【0132】一般に、記録容量が 10GB の ROM の場合、レーザ光が入射しない側の支持基板 201 側から見たときの信号ビットのアシンメトリーが 25% であるとする、支持基板 201 と反対側から見たときのアシンメトリーは 10% である。これより、光ディスク 1、10 では、基板 2 側とは反対側の光透過層 7 から信号を読み取ろうとするため光透過層 7 側からみてアシンメトリー 10% であるビットを形成するには、基板 2 に形成するビット形状をアシンメトリー 25% にしておく必要がある。

【0133】ここで、本発明を適用した多層光ディスク 1、10 では、図 6 に、記録型の光ディスクの案内溝構造を示すように、マスタリング時にレーザを露光する部分、すなわち、図 6 において光透過層 7 側からみて凹部となっている部分をグループ 101 と称する。また、溝部からテーパ部分すなわち傾斜部分を除いた平坦部分の幅をグループ幅  $W_g$  と称する。一方、図 6 において、光透過層 7 側からみて凸部となっている部分をランド 102 と称し、連続したグループ 101 とランド 102 との合計幅をトラックピッチ 103 と称する。

【0134】図 7 に示すように、グループ 101 の深さの中心位置における幅をグループ半値全幅  $W_h$  と称し、 $(\text{グループの半値全幅 } W_h / \text{トラックピッチ } 103) \times 100 (\%)$  をグループデューティーと称する。

【0135】上述した ROM ディスクのアシンメトリーと同様に、記録型の光ディスクに形成される案内溝についても、反射層や相変化型の情報記録層が成膜されると、このグループデューティーが変化する。すなわち、光透過層 7 側からみて、情報記録層の部分で、ランド 102 とグループ 101 との幅を所望の比にするためには、このグループデューティーの変化を予め見越してスタンプを作製する必要がある。

【0136】すなわち、グループ 101 に記録を行う場合には、反射膜や情報記録層の成膜によりグループ幅が狭くなるので、スタンプの転写用溝の間隔を予め広く選定して案内溝を形成することが必要である。

【0137】また、ランド 102 とグループ 101 の双

方に信号の記録がなされている場合に、信号のクロストークは、 $\lambda(1+2m)/8$  (但し、 $m$ は0または自然数) が最小となり、ランド102とグループ101の溝が深い方がクロスイレースの影響が小さいことが確認されている。よって、基板の成形のしやすさ等も考慮すると、両特性を満足させるためには、グループ101の溝の深さを $\lambda/8$ もしくは $3\lambda/8$ とすることが望ましい。

【0138】例えば、相変化型の情報記録層が形成されており、ランド102とグループ101の双方に信号の記録がなされている場合、この情報記録層の部分でランドとグループデューティを50%確保するためには、光透過層7側から見て基板2上にグループデューティを、グループの深さ $\lambda/8$ もしくは $3\lambda/8$ に応じて、58~65%もしくは65~75%程度に設定することが必要である。

【0139】図8は、本発明を適用した多層光ディスク1、10において、グループ記録がなされる場合における信号特性曲線図、詳しくは、グループデューティと信号特性との関係を示す図である。図8は、横軸がグループデューティを示したものであり、縦軸がジッターを示したものである。

【0140】図8に示すように、グループデューティが58%以上で、ジッターを小さくできることがわかる。一方、グループデューティが65%を超えると、隣接するトラック上の記録信号の干渉、いわゆるクロストークが増大して信号品質が劣化する。そこで、グループデューティが58~65%とすることが望ましいといえる。

【0141】図9は、本発明を適用した多層光ディスク1、10において、ランド102とグループ101との双方に記録がなされる場合における、グループデューティと信号レベルとの関係を示す測定曲線図である。図9は、横軸がグループデューティを示したものであり、縦軸が信号レベルを示したものである。

【0142】図9に示すように、グループの深さを $\lambda/8$ とした場合に、グループデューティが60%程度でグループとランドとの各信号レベルのバランスがほぼ釣り合っていることがわかる。また、図9から、グループデューティが58~65%の範囲では、グループ101とランド102の信号レベルのバランスがほぼ釣り合っており、良好な状態であることがわかる。

【0143】このような構造に成形される基板2は、単板で構成する場合、厚みが0.3~1.2mmである必要があり、特に十分な剛性を確保する点から、厚みが0.6mm以上であることが好ましい。なお、この基板2を2枚貼り合わせた構造で構成する場合には、上述のようなランドグループが形成される基板の厚みはその半分である0.3mm以上であることが好ましい。

【0144】上述の基板2を射出成形した後、本発明を

適用した多層光ディスクを作製するには、この基板2上に光反射層3、第2の情報記録層4、透明層5、第1の情報記録層6、光透過層7を順次形成する。

【0145】なお、従来の光ディスクは、透明基板上に情報記録層、反射層、保護膜がこの順で積層形成されるものであり、本発明を適用した多層光ディスクとは積層の順番が逆である。

【0146】先ず、以上のような構成からなる基板2の案内溝上に、Alを主成分とし、Siを0.4~0.8重量%、Feを0.7重量%以下、Cuを0.15~0.40重量%、Mnを0.15重量%以下、Mgを0.8~1.2重量%、Crを0.04~0.35重量%、Znを0.25重量%以下、Tiを0.15重量%以下の割合で含有する材料を用いて、膜厚50~200nmとなるように、イオンビームスパッタ法により光反射層3を成膜する。このように、イオンビームスパッタ法による成膜方法の方が、例えば、DCスパッタ法により成膜する方法よりも、結果的に信号の性質が良好な光ディスクを提供することができる。

【0147】そして、このように成膜された光反射層3上に、ZnSとSiO<sub>2</sub>との混合物よりなる第1の誘電体保護膜13、GeSbTeよりなる相変化材料膜11、ZnSとSiO<sub>2</sub>との混合物よりなる第2の誘電体保護膜14とを順次積層して、第2の情報記録層4を形成する。このときの膜厚は、上述した範囲となるようにする。

【0148】次に、この第2の情報記録層4上に、フォトリソマー2P法によって凹凸パターンを有する透明層5を形成する。

【0149】次に、第2の情報記録層4と同様に、上記透明層5上に、ZnSとSiO<sub>2</sub>との混合物よりなる第1の誘電体保護膜15、SbSeよりなる相変化材料膜12、ZnSとSiO<sub>2</sub>との混合物よりなる第2の誘電体保護膜16とを順次積層形成し、第1の情報記録層6を形成する。このときの膜厚は、上述した範囲となるようにする。

【0150】最後に、この第1の情報記録層6上に、紫外線硬化樹脂をスピンコート法により成膜して光透過層7を形成し、多層光ディスク10が得られる。このとき、光透過層7の膜厚は、上述した範囲となるようにする。

【0151】ここで、この光透過層7をスピンコート法により形成する方法としては、第1の情報記録層6上に紫外線硬化樹脂を滴下しながら回転延伸させた後、紫外線照射により、光透過層7を形成する。この紫外線硬化樹脂としては、粘度が300cps~3000cpsのものが好ましい。

【0152】なお、従来、被成膜材上に紫外線硬化樹脂を滴下してその被成膜材を回転延伸させた後に紫外線照射することによって紫外線硬化樹脂層を形成する場合、

例えば、半径 25 mm の円盤状の被成膜材の一面に紫外線硬化樹脂を滴下して回転延伸させると、遠心力と粘性抵抗との関係から厚みに内外周差が生じて、形成される紫外線硬化樹脂層の厚みの内外周差が 30  $\mu$  m 以上にもなってしまった。

【0153】そこで、本発明を適用した多層光ディスク 1、10 の光透過層 7 を作製するには、紫外線硬化樹脂を滴下する際に、情報記録層 4、6 が形成された基板 2 の中心穴を閉塞手段により一時的に塞ぐことによって、紫外線硬化樹脂の厚みの内外周差を抑えることができる。具体的には、0.1 mm 厚のポリカーボネートシートを直径が 30 mm の円形に加工し、情報記録層 4、6 が形成された基板 2 のセンタ部に接着させた後、紫外線硬化樹脂を滴下して、この基板 2 を回転延伸させる。そして、紫外線を照射してこの紫外線硬化樹脂が硬化した後、センタ穴を打ち抜くことにより、厚みの内外周差が 10  $\mu$  m  $\phi$  以内に抑えられた光透過層 7 が形成される。なお、この光透過層 7 を形成する際に、紫外線硬化樹脂が基板 2 の外周へはみ出すことが考えられるので、基板 2 の内径は、CD 等の内径である 120 mm を基準として、120 mm + 5 mm を最大値としておくことが望ましい。

【0154】なお、厚み 100  $\mu$  m のポリカーボネートのシートを紫外線硬化樹脂にて接着して、光透過層を形成しても良い。例えば、基板 2 と同径に加工したポリカーボネートのシートを接着用の紫外線硬化樹脂を介して第 1 の情報記録層 6 上に設置して回転延伸させた後に、紫外線を照射することにより、このシートが紫外線硬化樹脂の重しとなって極薄な紫外線硬化樹脂層が形成されて、シートが第 1 の情報記録層 6 上に接着される。

【0155】なお、本発明を適用した多層光ディスク 20 としては、図 10 に示すように、基板 2 の光反射層 3 や情報記録層 4、6 が形成された面とは反対側の面 2 b 上に、紫外線硬化樹脂を塗布して保護層 21 を形成してもよい。この保護層 21 により、ディスクのスキューを極力抑えることができる。この保護層 21 の形成方法としては、上述の光透過層 7 と同様な材料で同様に形成しても良いし、または光透過層 7 の材料である紫外線硬化樹脂よりも硬化収縮率の高い紫外線硬化樹脂を用いて光透過層 7 よりも薄くなるように塗布形成しても良い。

【0156】また、本発明を適用した多層光ディスク 1、10、20 のように高密度記録化に対応可能な光ディスクを記録再生するには、高 N.A. 化された対物レンズを有するピックアップが必要となる。そして、このようなピックアップで記録再生する際には、対物レンズと光ディスクとの間の距離を従来の距離に対してより狭くすることが望ましいが、この場合、対物レンズが光ディスク面に衝突してディスク表面を傷つけてしまうことがある。

【0157】そこで、図 11 に示すように、光透過層 7

上に鉛筆硬度が H 以上のハードコート層 22 を形成することにより、情報記録層 4、6 や光透過層 7 を十分保護することが可能となる。しかも、光透過層 7 の膜厚が薄くなると、ごみの影響を受けやすくなるので、ハードコート 22 として帯電防止機能を備えさせても良い。この帯電防止機能により、光ディスク面へのごみの吸着を防ぐことができる。

【0158】また、本発明を適用した多層光ディスク 30 としては、図 12 に示すように、図 1 に示したような多層ディスク 1 を貼り合わせた構造となされていても良い。これにより、両面から記録再生可能な多層光ディスク 30 が形成され、更なる大容量化が図られる。

【0159】以上のような多層光ディスク 1、10 に対する情報信号の記録再生は、図 13 に示すような光学系によって行われる。

【0160】この光学系は、波長が 780 nm のレーザ光の光源となる半導体レーザ 31、コリメータレンズ 32、1/4 波長板 33 及び対物レンズ 34 よりなる照射系 35 と、集光レンズ 36、シリンダカルレンズ 37 及びフォトダイオード 38 よりなるフォーカスサーボ系 39 によって構成されている。光学特性が測定される光ディスク 10 は、光透過層 7 側を、この光学系の対物レンズ 34 と対向させて、ターンテーブル上に載置される。

【0161】このような光学系では、半導体レーザ 31 から出射したレーザ光は、コリメータレンズ 32 を通過することで平行光になり、この平行光はビームスプリッタ 41、1/4 波長板 33、対物レンズ 34 を通過し、ディスク面上にビームスポット 42 を形成する。一方、ディスク面から反射された反射光は、再び対物レンズ 34、1/4 波長板 32 を通過し、ビームスプリッタ 41 に入射する。ビームスプリッタ 41 に入射した光は、フォーカスサーボ系 39 に反射され、集光レンズ 36、シリンダカルレンズ 37 を経てフォトダイオード 38 で受光されて光強度が検出される。この光強度の情報、対物レンズ 34 を図中矢印 A 方向に移動制御する図示しない 2 軸デバイスに伝わり、記録再生すべき情報記録層 4、6 にレーザ光が集光するように、対物レンズ 34 が移動操作される。

【0162】

【実施例】以下、本発明の具体的な実施例について実験結果に基づいて説明する。

【0163】実施例 1

本発明を適用した多層光ディスクとして、図 5 に示すような構成の多層光ディスク 10 を作製した。

【0164】この多層光ディスク 10 は、透明基板 2 上に、光反射層 3、第 2 の情報記録層 4、透明層 5、第 1 の情報記録層 6、光透過層 7 が順次積層形成されて構成されている。この第 1 の情報記録層 6 は、第 1 の誘電体保護膜 15、相変化材料膜 12、第 2 の誘電体保護膜 1

6から構成される。また、第2の情報記録層4は、第1の誘電体保護膜13、相変化材料膜11及び第2の誘電体保護膜14から構成される。この多層光ディスク10では、第1の情報記録層6、第2の情報記録層4に、いずれも書き換え可能用として情報信号の記録が行われる。このような構成の多層光ディスクを以下のようにして作成した。

【0165】先ず、ディスク面にグループが形成されたポリカーボネート基板2を用意した。

【0166】次に、このポリカーボネート基板2のグループが形成された面に、Alを主成分とし、Siを0.4~0.8重量%、Feを0.7重量%以下、Cuを0.15~0.40重量%、Mnを0.15重量%以下、Mgを0.8~1.2重量%、Crを0.04~0.35重量%、Znを0.25重量%以下、Tiを0.15重量%以下の割合で含有する材料を用いて、イオンビームスパッタ法により膜厚が150nmの光反射層3を形成した。

【0167】次に、この光反射層3上に、ZnS-SiO<sub>2</sub>混合体よりなる第1の誘電体保護膜13、Ge<sub>2</sub>Sb<sub>2</sub>Te<sub>5</sub>三元合金よりなる相変化材料膜11、ZnS-SiO<sub>2</sub>混合体よりなる第2の誘電体保護膜14を順次被着形成することで第2の情報記録層4を形成した。

【0168】なお、第2の情報記録層4を構成する各層の膜厚は次の通りである。

【0169】第2の情報記録層4膜厚構成

第1の誘電体保護膜13:12nm

相変化材料膜11:22nm

第2の誘電体保護膜14:130nm

また、相変化材料膜11の波長780nmにおける光学定数は次の通りである。

【0170】第2の情報記録層4の相変化材料膜(Ge<sub>2</sub>Sb<sub>2</sub>Te<sub>5</sub>)の光学定数

結晶状態:

屈折率 $n_{c2}$ ; 5.2

消衰係数 $k_{c2}$ ; 3.97

非晶質状態:

屈折率 $n_{a2}$ ; 4.4

消衰係数 $k_{a2}$ ; 1.45

したがって、 $(n_{c2}/n_{a2}) + (k_{c2}/k_{a2}) = 3.9 (\leq 4.0)$ である。

【0171】次に、このようにして形成された第2の情報記録層4上に、フォトリソ法(2P)法によって凹凸パターンを有する透明層5を形成した。なお、この透明層5の厚さは100 $\mu$ mである。

【0172】次に、この凹凸パターンが形成された透明層5上に、ZnS-SiO<sub>2</sub>混合体よりなる第1の誘電体保護膜15、Sb<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>二元合金よりなる相変化材料膜12及びZnS-SiO<sub>2</sub>混合体よりなる第2の誘電体保護膜16を順次被着形成することで第1の情報記録

10

20

30

40

50

層6を形成した。

【0173】なお、第1の情報記録層6を構成する各層の膜厚は次の通りである。

【0174】第1の情報記録層6の膜厚構成

第1の誘電体保護膜15:100nm

相変化材料膜12:20nm

第2の誘電体保護膜16:130nm

また、この相変化材料膜12の波長780nmにおける光学定数は次の通りである。

【0175】第1の情報記録層6の相変化材料膜(Sb<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>)の光学定数

結晶状態:

屈折率 $n_{c1}$ ; 4.45

消衰係数 $k_{c1}$ ; 0.82

非晶質状態:

屈折率 $n_{a1}$ ; 3.96

消衰係数 $k_{a1}$ ; 0.38

したがって、 $1/5 (n_{c1}/n_{a1}) + k_{c1}/k_{a1} = 2.4 (\leq 1.0)$ 、 $n_{c1}/n_{a1} + 1/5 (k_{c1}/k_{a1}) = 1.6 (\leq 1.0)$ である。

【0176】そして、最後に、この第1の情報記録層6上に、紫外線硬化樹脂をスピンコートすることで膜厚100 $\mu$ mの光透過層7を形成し、多層光ディスクを作成した。

【0177】以上のようにして作成された多層光ディスクでは、相変化材料膜11、12が非晶質状態で成膜されているので、各相変化材料膜11、12の全面にレーザー光を照射することで結晶状態とした(初期化)。そして、この初期化された各相変化材料膜11、12に対して、記録ビットを形成し、記録ビットが形成された部分と形成されていない部分での波長780nmのレーザー光に対する光学特性を調べた。この場合、記録ビットは、レーザー光を集光することで相変化材料膜11、12を局部的に融点以上にまで昇温させ、その後、急冷し、これによって材料を非晶質状態に相変化させることで形成される。したがって、記録ビットが形成された部分とは非晶質状態に相変化した部分であり、記録ビットが形成されていない部分とは結晶状態に保持されている部分である。

【0178】図13に示す光学系を用いて測定された第1の情報記録層6、第2の情報記録層4の光学特性を以下に示す。なお、以下に示す反射率、光吸収率、光透過率は、それぞれの情報記録層に入射した光の強度を100%としたときの値である。よって、第2の情報記録層4の場合、光透過層7側から入射した光が第1の情報記録層6を透過した後に、第2の情報記録層4に入射した際の光の強度を100%とする。

【0179】第1の情報記録層6の光学特性

結晶部:

反射率 $R_{c1}$ ; 12.2%

光吸収率  $A_{c1}$ ; 25. 2%

光透過率  $T_{c1}$ ; 62. 6%

非晶質部:

反射率  $R_{a1}$ ; 6. 0%

光吸収率  $A_{a1}$ ; 13. 6%

光透過率  $T_{a1}$ ; 80. 4%

第2の情報記録層4の光学特性

結晶部:

反射率  $R_{c2}$ ; 29. 7%

光吸収率  $A_{c2}$ ; 66. 6%

非晶質部:

反射率  $R_{a2}$ ; 5. 7%

光吸収率  $A_{a2}$ ; 78. 6%

このように、この多層光ディスク10では、第1の情報記録層6で高い光透過率が得られているので、この第1の情報記録層6を透過して第2の情報記録層4に十分な強度で光を入射させることができる。また、第1の情報記録層6、第2の情報記録層4のいずれにおいても、高い反射率が得られ、また結晶部と非晶質部の反射率比が大きいので、この反射率比によって記録ピットを正確に検出することができ、良好な記録再生特性を得ることができる。

【0180】以上の例では、第1の情報記録層6及び第2の情報記録層4をとともに書き換え可能用として用いているが、同様の層構成で作成した多層光ディスクについて、第1の情報記録層を書き換え可能用、第2の情報記録層を追記用としたところ、両方の情報記録層を書き換え可能用として用いた場合と同じ光学特性が得られ、良好な記録再生特性を得ることができた。

#### 【0181】実施例2

本発明を適用した多層光ディスクとして、図14に示すような3層構造の記録層を有する多層光ディスク60を作製した。

【0182】この多層光ディスク60は、基板61上に、光反射層62、第3の情報記録層63、透明層64、第2の情報記録層65、透明層66、第1の情報記録層67、光透過層68が順次積層形成されてなる。上記第1の情報記録層67は、第1の誘電体保護膜75、相変化材料膜76、第2の誘電体保護膜77から構成されている。また、第2の情報記録層65は、第1の誘電体保護膜72、相変化材料膜73、第2の誘電体保護膜74から構成されている。第3の情報記録層63は、第1の誘電体保護膜69、相変化材料膜70、第2の誘電体保護膜71から構成される。

【0183】この多層光ディスクでは、第1の情報記録層67、第2の情報記録層65及び第3の情報記録層63に、書き換え可能用として情報信号の記録が行われる。このような構成の多層光ディスクを以下のようにして作成した。

【0184】まず、ディスク面にグルーブが形成された

ポリカーボネート基板61を用意した。

【0185】次に、このポリカーボネート基板61のグルーブが形成された面に、実施例1における光反射層と同様な材料を用いて、イオンビームスパッタ法により膜厚が150nmの光反射層62を形成した。

【0186】次に、この光反射層62上に、 $ZnS-SiO_2$ 混合体よりなる第1の誘電体保護膜69、 $Ge_2Sb_2Te_3$ 三元合金よりなる相変化材料膜70、 $ZnS-SiO_2$ 混合体よりなる第2の誘電体保護膜71を順次被着形成することで第3の情報記録層63を形成した。

【0187】なお、第3の情報記録層63を構成する各層の膜厚は次の通りである。

【0188】第1の情報記録層63の膜厚構成

第1の誘電体保護膜69: 30nm

相変化材料膜70: 24nm

第2の誘電体保護膜71: 200nm

また、相変化材料膜70の波長780nmにおける光学定数は次の通りである。

【0189】第3の情報記録層63の相変化材料膜( $Ge_2Sb_2Te_3$ )の光学定数

結晶状態:

屈折率  $n_{c3}$ ; 5. 2

消衰係数  $k_{c3}$ ; 3. 97

非晶質状態:

屈折率  $n_{a3}$ ; 4. 4

消衰係数  $k_{a3}$ ; 1. 45

したがって、 $(n_{c3}/n_{a3}) + (k_{c3}/k_{a3}) = 3. 9 (\leq 4. 0)$  である。

【0190】次に、このようにして形成された第3の情報記録層63上に、フォトリソマー(2P)法によって凹凸パターンを有する透明層64を形成した。なお、この透明層64の厚さは100 $\mu m$ である。

【0191】次に、この透明層64上に、 $ZnS-SiO_2$ 混合体よりなる第1の誘電体保護膜72、 $Sb_2Se_3$ 二元合金よりなる相変化材料膜73、 $ZnS-SiO_2$ 混合体よりなる第2の誘電体保護膜74を順次被着形成することで第2の情報記録層65を形成した。

【0192】なお、第2の情報記録層65を構成する各層の膜厚は次の通りである。

【0193】第2の情報記録層65の膜厚構成

第1の誘電体保護膜72: 100nm

相変化材料膜73: 20nm

第2の誘電体保護膜74: 130nm

また、相変化材料膜73の波長780nmにおける光学定数は次の通りである。

【0194】第2の情報記録層65の相変化材料膜( $Sb_2Se_3$ )の光学定数

結晶状態:

屈折率  $n_{c1}$ ; 4. 45

消衰係数  $k_{c1}$ ; 0. 82

非晶質状態：

屈折率  $n_{a1}$ ；3.96

消衰係数  $k_{a1}$ ；0.38

したがって、 $1/5 (nc_1/n_{a1}) + (kc_1/k_{a1}) = 2.4 (\leq 10)$ 、 $(nc_1/n_{a1}) + 1/5 (kc_1/k_{a1}) = 1.6 (\leq 10)$ である。

【0195】次に、この第2の情報記録層65上に、フォトリソ法によって凹凸パターンを有する透明層66を厚さ100 $\mu$ mで形成し、さらにこの透明層66上に、ZnS-SiO<sub>2</sub>混合体よりなる第1の誘電体保護膜75、Sb<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>二元合金よりなる相変化管理膜76、ZnS-SiO<sub>2</sub>混合体よりなる第2の誘電体保護膜77を順次被着形成することで第1の情報記録層67を形成した。

【0196】なお、第1の情報記録層67は、第2の情報記録層65と同様の材料、膜厚構成である。

【0197】そして、最後に、この第1の情報記録層67上に、紫外線硬化樹脂をスピンコートすることで膜厚100 $\mu$ mの光透過層68を形成し、多層光ディスク60を作成した。

【0198】このようにして作成された多層光ディスクについて、実施例1で用いたのと同様の光学系を用いて初期化を行った後、記録ピットを形成し、記録ピットが形成された部分（非晶質部分）と形成されていない部分（結晶質部分）での波長780nmのレーザ光に対する光学特性を調べた。その結果を以下に示す。

【0199】なお、以下に示す反射率、光吸収率、光透過率は、それぞれの情報記録層に入射した光の強度を100%としたときの値である。よって、第3の情報記録層63、第2の情報記録層65の場合、それぞれの情報記録層よりも光透過層68側にある情報記録層を透過して、当該情報記録層に入射した光の強度を100%とする。

【0200】第1の情報記録層67の光学特性

結晶部：

反射率  $R_{c1}$ ；12.2%

光吸収率  $A_{c1}$ ；25.2%

光透過率  $T_{c1}$ ；62.6%

非晶質部：

反射率  $R_{a1}$ ；6.0%

光吸収率  $A_{a1}$ ；13.6%

光透過率  $T_{a1}$ ；80.4%

第2の情報記録層65の光学特性

結晶部：

結晶部：

反射率  $R_{c2}$ ；12.2%

光吸収率  $A_{c2}$ ；25.2%

光透過率  $A_{a2}$ ；62.6%

非晶質部：

反射率  $R_{a2}$ ；6.0%

光吸収率  $A_{a2}$ ；13.6%

光透過率  $T_{a2}$ ；80.4%

第3の情報記録層63の光学特性

結晶部：

反射率  $R_{c3}$ ；37.4%

光吸収率  $A_{c3}$ ；60.9%

非晶質部：

反射率  $R_{a3}$ ；13.0%

光吸収率  $T_{a3}$ ；78.8%

このような多層光ディスク60では、例えば、第2の情報記録層63に対して記録再生が行われる際には、光透過層68側からの光が第1の情報記録層67、第2の情報記録層65を透過した後に、第3の情報記録層63に入射する。

【0201】以上の結果から、多層光ディスク60では、第1の情報記録層67及び第2の情報記録層65で高い光透過率が得られており、これら各層を透過して第2の情報記録層63に十分な強度で光を入射させることができる。また、いずれの情報記録層においても、高い反射率が得られ、また結晶部と非晶質部の反射率比が大きいので、この反射率比によって記録ピットを正確に検出することができ、良好な記録再生特性を得ることができる。

【0202】実施例3

図5に示すような構成の多層光ディスク10を作製した。

【0203】この多層光ディスク10は、透明基板2上に、光反射層3、第2の情報記録層4、透明層5、第1の情報記録層6、光透過層7が順次積層形成されて構成されている。上記第2の情報記録層4は、第1の誘電体保護膜13、相変化管理膜11及び第2の誘電体保護膜14から構成される。また、第1の情報記録層6は、第1の誘電体保護膜15、相変化管理膜12、第2の誘電体保護膜16から構成される。この多層光ディスク10では、第1の情報記録層6、第2の情報記録層4に、いずれも書き換え可能用として情報信号の記録が行われる。このような構成の多層光ディスクを以下のようにして作成した。

【0204】まず、ディスク面にグループが形成されたポリカーボネート基板2を用意した。

【0205】次に、このポリカーボネート基板2のグループが形成された面に、実施例1と同様な材料及び成膜方法を用いて、実施例1と同様な膜厚構成の光反射層3を形成した。

【0206】次に、この光反射層3上に、ZnS-SiO<sub>2</sub>混合体よりなる第1の誘電体保護膜13、Ge<sub>2</sub>Sb<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>三元合金よりなる相変化管理膜11、ZnS-SiO<sub>2</sub>混合体よりなる第2の誘電体保護膜14を順次被着形成することで第2の情報記録層4を形成した。

【0207】なお、第2の情報記録層4を構成する各層

10

20

30

40

50

の膜厚は次の通りである。

【0208】第2の情報記録層の膜厚構成

第1の誘電体保護膜13:14nm

相変化材料膜11:18nm

第2の誘電体保護膜14:130nm

また、相変化材料膜11の波長780nmにおける光学定数は次の通りである。

【0209】第2の情報記録層4の相変化材料膜( $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ )の光学定数

結晶状態:

屈折率 $n_{c2}$ ; 5.2

消衰係数 $k_{c2}$ ; 3.97

非晶質状態:

屈折率 $n_{a2}$ ; 4.4

消衰係数 $k_{a2}$ ; 1.45

したがって、 $(n_{c2}/n_{a2}) + (k_{c2}/k_{a2}) = 3.9 (\leq 4.0)$ である。

【0210】次に、このようにして形成された第2の情報記録層4上に、フォトリソ法(2P)法によって凹凸パターンを有する透明層5を形成した。なお、この透明層5の厚さは100 $\mu\text{m}$ である。

【0211】次に、この凹凸パターンが形成された透明層5上に、 $\text{ZnS-SiO}_2$ 混合体よりなる第1の誘電体保護膜15、 $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ 二元合金よりなる相変化材料膜12及び $\text{ZnS-SiO}_2$ 混合体よりなる第2の誘電体保護膜16を順次被着形成することで第1の情報記録層6を形成した。

【0212】なお、第1の情報記録層6を構成する各層の膜厚は次の通りである。

【0213】第1の情報記録層6の膜厚構成

第1の誘電体保護膜15:160nm

相変化材料膜12:20nm

第2の誘電体保護膜16:110nm

また、この相変化材料膜12の波長780nmにおける光学定数は次の通りである。

【0214】第1の情報記録層6の相変化材料膜( $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ )の光学定数

結晶状態:

屈折率 $n_{c1}$ ; 5.2

消衰係数 $k_{c1}$ ; 3.97

非晶質状態:

屈折率 $n_{a1}$ ; 4.4

消衰係数 $k_{a1}$ ; 1.45

したがって、 $1/5 (n_{c1}/n_{a1}) + k_{c1}/k_{a1} = 3.0 (\leq 1.0)$ 、 $n_{c1}/n_{a1} + 1/5 (k_{c1}/k_{a1}) = 1.7 (\leq 1.0)$ である。

【0215】そして、最後に、この第1の情報記録層6上に、紫外線硬化樹脂をスピンコートにより膜厚100 $\mu\text{m}$ の光透過層7を形成し、多層光ディスクを作成した。

【0216】以上のようにして作成された多層光ディスクでは、相変化材料膜が非晶質状態で成膜されているので、各相変化材料膜の全面にレーザ光を照射することで結晶状態とした(初期化)。そして、この初期化された各相変化材料膜に対して、記録ビットを形成し、記録ビットが形成された部分と形成されていない部分での波長780nmのレーザ光に対する光学特性を実施例1と同様にして調べた。

【0217】図13に示す光学系を用いて測定された第1の情報記録層、第2の情報記録層の光学特性を以下に示す。なお、以下に示す反射率、光吸収率、光透過率は、それぞれの情報記録層に入射した光の強度を100%としたときの値である。よって、第2の情報記録層4の場合、光透過層7側から入射した光が第1の情報記録層6を透過した後に、第2の情報記録層4に入射した際の光の強度を100%とする。

【0218】第1の情報記録層6の光学特性

結晶部:

反射率 $R_{c1}$ ; 26.5%

光吸収率 $A_{c1}$ ; 59.3%

光透過率 $T_{c1}$ ; 14.0%

非晶質部:

反射率 $R_{a1}$ ; 6.7%

光吸収率 $A_{a1}$ ; 50.0%

光透過率 $T_{a1}$ ; 42.4%

第2の情報記録層4の光学特性

結晶部:

反射率 $R_{c2}$ ; 26.4%

光吸収率 $A_{c2}$ ; 68.9%

非晶質部:

反射率 $R_{a2}$ ; 10.6%

光吸収率 $A_{a2}$ ; 72.4%

なお、このような多層光ディスクでは、第2の情報記録層4に対して記録再生が行われる際には、光透過層7側からの光が第1の情報記録層6を透過した後にこの光が第2の情報記録層4に入射する。

【0219】以上の結果から、多層光ディスクでは、第1の情報記録層6の結晶部での光透過率が小さ過ぎ、第2の情報記録層4に十分な強度で光を入射させることができない。また、それに加えて第2の情報記録層4での反射率も小さいため、第2の情報記録層4からは十分な再生信号振幅が得られない。

【0220】なお、この他の試作実験の結果からも、第2の情報記録層4から十分な信号振幅を得るには、第1の情報記録層6の光透過率が結晶部、非晶質部ともに20%以上であることが必要であり、好ましくは40%以上が良く、また第1の情報記録層6の反射率が20%以上であることが必要であり、好ましくは30%以上が良いことが確認されている。

【0221】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明に係る多層光ディスクによれば、情報記録層が多層構造となされているため、記録層の厚み方向である3次元方向においても記録密度の増大が図られて、更なる大容量化を実現することができる。

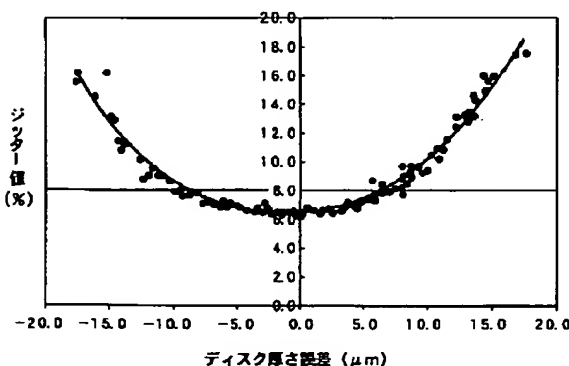
【0222】しかも、本発明に係る多層光ディスクは、2層以上の情報記録層のうちの少なくとも光透過層から最も離れた位置に形成される情報記録層以外の1層が相変化材料からなる相変化記録層である。このため、本発明に係る多層光ディスクは、記録再生が可能なものとなり、更には、記録再生の可能な層を複数有する構造とすることができる。

【0223】また、本発明に係る多層光ディスクは、情報記録層上に形成される厚みの薄い光透過層側から光を照射して情報信号の記録及び／又は再生が行われるため、対物レンズの更なる高N.A.化にも十分対応可能となり、更なる大容量化が実現される。

【0224】また、相変化材料は、一般に光透過率が高い。そのため、本発明に係る多層光ディスクにおいて、光透過層側から1層目の情報記録層を相変化材料により形成することにより、この1層目の情報記録層を通過することによる光の減衰が小さく抑えられる。このため、1層目の情報記録層を通過した光が入射される他の情報記録層に対しても、十分な強度の光が入射されることになり、また、この情報記録層からの反射光が十分な強度で受光される。よって、本発明に係る多層光ディスクは、大容量で且つ記録再生特性が良好なものとなる。

【0225】また、以上のように構成された本発明に係る記録再生装置は、集光手段が、上記多層光ディスクの各情報記録層上に光の焦点が合うように光軸方向に多段階に移動制御されるので、多層の情報記録層に対して良好な状態で記録再生を行うことができる。

【図2】



\* 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した多層光ディスクの一例を示す断面図である。

【図2】ディスク厚みむらとジッター値との関係を示す図である。

【図3】第1の情報記録層に用いられる相変化材料の性質を示す図である。

【図4】第2の情報記録層に用いられる相変化材料の性質を示す図である。

10 【図5】本発明を適用した多層光ディスクの他の例を示す断面図である。

【図6】基板のグループとランドを示す断面図である。

【図7】基板におけるグループ半値全幅 $W_h$ とトラックピッチとを示す図である。

【図8】グループ記録がなされる場合における信号特性曲線図である。

【図9】グループデューティと信号特性との関係を示す図である。

20 【図10】本発明を適用した多層光ディスクの他の例を示す断面図である。

【図11】本発明を適用した多層光ディスクの他の例を示す断面図である。

【図12】本発明を適用した多層光ディスクの他の例を示す断面図である。

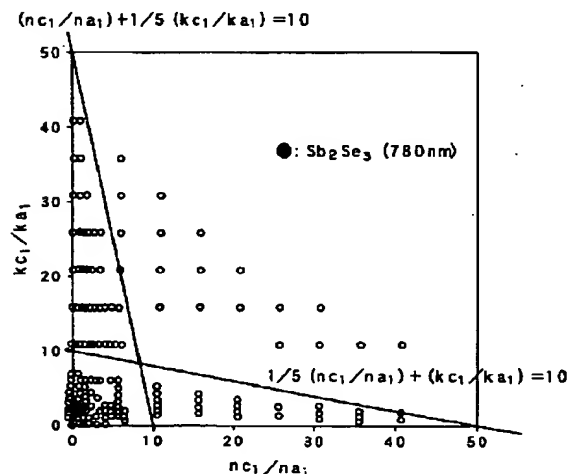
【図13】本発明を適用した記録再生装置の一例を示す模式図である。

【図14】本発明を適用した多層光ディスクの他の例を示す断面図である。

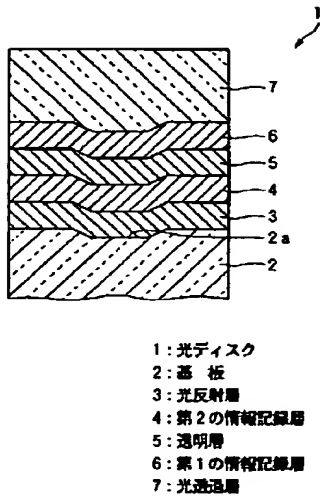
【符号の説明】

30 1, 10, 20, 30, 60 多層光ディスク、2 基板、3 光反射層、4 第2の情報記録層、5 透明層、6 第1の情報記録層、7 光透過層

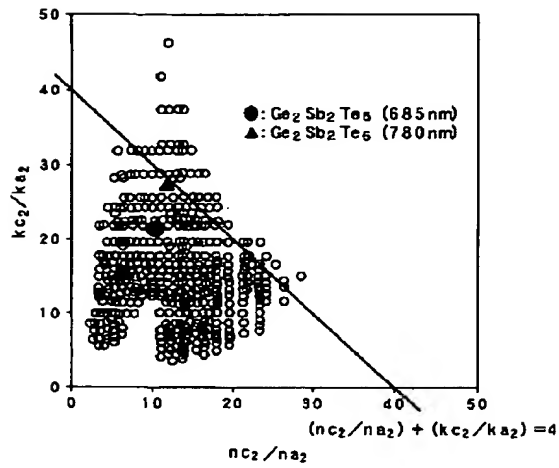
【図3】



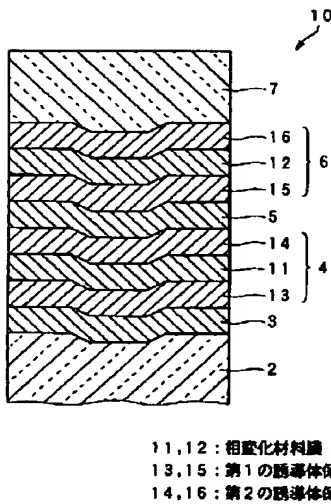
【図1】



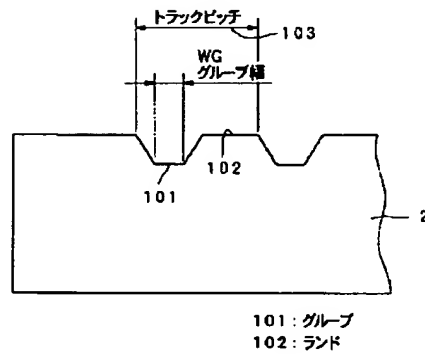
【図4】



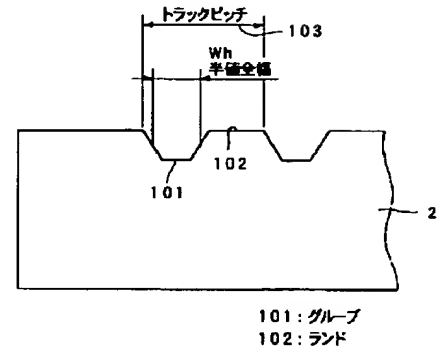
【図5】



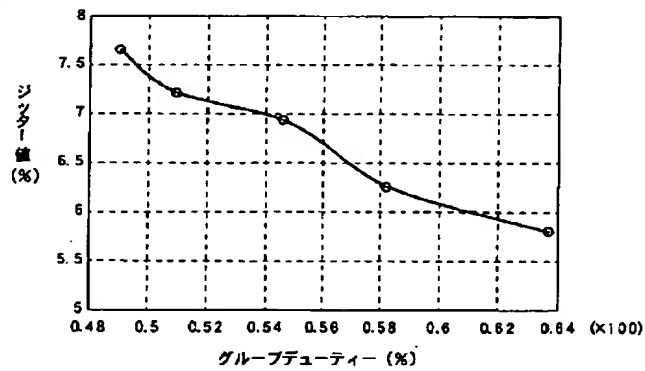
【図6】



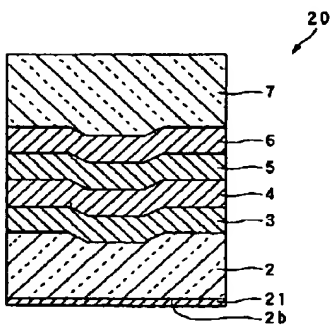
【図7】



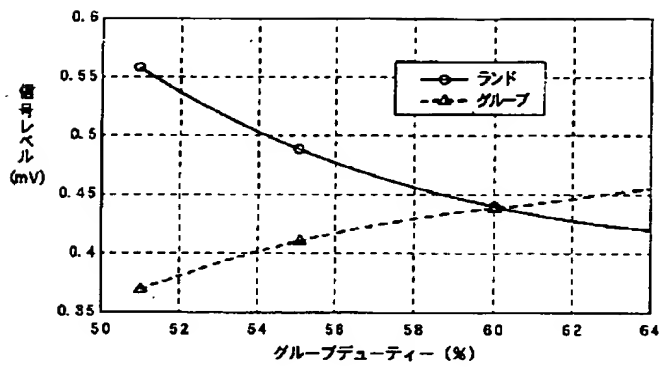
【図8】



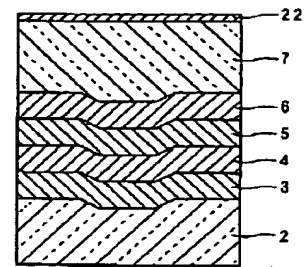
【図10】



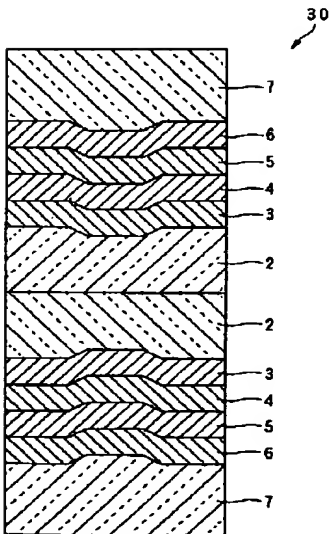
【図 9】



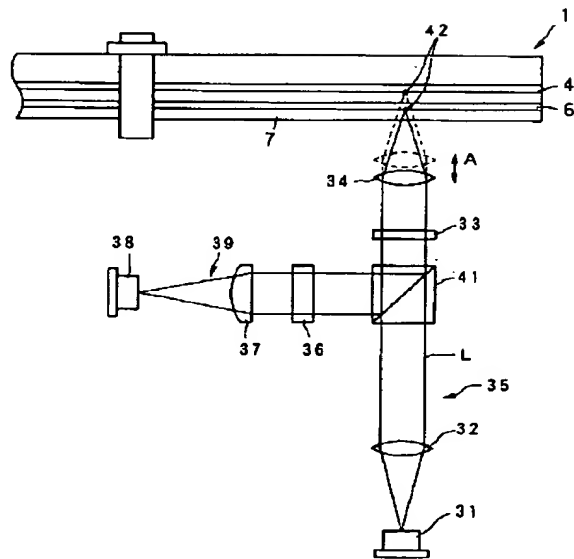
【図 11】



【図 12】



【図 13】



【図 1 4】

